

# **Working platform for maintenance of wind turbine rotor blades**

**Publication number:** DE19726408 (C1)

**Publication date:** 1999-03-18

**Inventor(s):** REINEKE GERHARD [DE] +

**Applicant(s):** GERHARD REINEKE SCHLOSSEREI UN [DE] +

**Classification:**

- **international:** B66F11/04; E04G3/24; E04G3/30; F03D1/00; B66F11/04; E04G3/24; E04G3/28; F03D1/00; (IPC1-7): A47L3/02; B66F11/04; E04G3/10; F03D11/00

- **European:** B66F11/04; E04G3/24; E04G3/30; F03D1/00C; Y02E10/72D; Y02E10/72N

**Application number:** DE19971026408 19970621

**Priority number(s):** DE19971026408 19970621

## **Cited documents:**

DE2960327 8U (U1)  
DE9406226U (U1)  
AT401674B (B)

## **Abstract of DE 19726408 (C1)**

The appliance (1) has a platform (10) moving vertically along cables (7) between an anchoring device and a turbine tower. The platform has a cutout section (11). When the platform moves upwards, a rotor blade (2) positioned parallel to the tower in direction of the tower foot, projects into the cutout. The cutout corresponds mainly to the profile of the rotor blade and has a padded edge. The platform has protective railings along its outer edge and along the edge of the cutout.

Data supplied from the **espacenet** database --- Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 197 26 408 C 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 03 D 11/00  
B 66 F 11/04  
E 04 G 3/10  
// A47L 3/02

21 Aktenzeichen: 197 26 408.5-15  
22 Anmeldetag: 21. 6. 97  
43 Offenlegungstag: –  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 3. 99

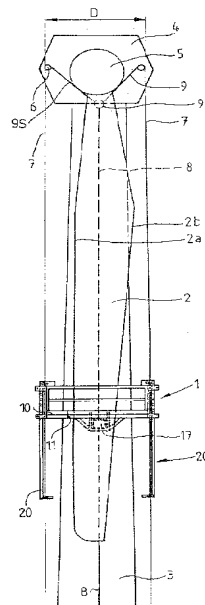
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Gerhard Reineke Schlosserei und  
Metallverarbeitung, 33100 Paderborn, DE  
  
74 Vertreter:  
Hanewinkel, L., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 33102  
Paderborn

72 Erfinder:  
Reineke, Gerhard, 33100 Paderborn, DE  
  
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 2 96 03 278 U1  
DE 94 06 226 U1  
AT 4 01 674 B

54 Arbeitsbühne

57 Die Arbeitsbühne (1) zur Wartung von Rotorblättern (2) an Windkraftanlagen weist eine Plattform (10) auf, welche an mindestens zwei zwischen einem Maschinenkopf (4) oder einem oberen Ende eines Turms (3) der Windkraftanlage und mindestens einer bodenseitig angeordneten Verankerungsvorrichtung (12) verspannten Seilen (7) geführt vertikal verfahrbar ist. Die Plattform (10) ist erfindungsgemäß mit einem Ausschnitt (11) versehen, in welchen ein in Richtung des Turmfußes parallel zum Turm (3) positioniertes Rotorblatt (2) beim Aufwärtshub der Arbeitsbühne (1) eintaucht.



DE 197 26 408 C 1

DE 197 26 408 C 1

Die Erfindung betrifft eine Arbeitsbühne zur Wartung von Rotorblättern an Windkraftanlagen mit einer Plattform, welche an Seilen vertikal verfahrbar ist und welche einen Ausschnitt aufweist, in den ein in Richtung des Turmfußes parallel zum Turm positioniertes Rotorblatt beim Aufwärtshub der Arbeitsbühne eintaucht.

Um eine einwandfreie und sichere Funktion einer Windkraftanlage zu gewährleisten, müssen u. a. auch die Rotorblätter regelmäßig gewartet, d. h. gereinigt, kontrolliert und gegebenenfalls repariert werden. Des weiteren sind in vorgegebenen wiederkehrenden Abständen Sicherheitsüberprüfungen durchzuführen, bei denen die gesamten Oberflächen der Rotorblätter inspiziert werden müssen.

Da auch bei gewöhnlichen Windkraftanlagen die Turmhöhe in der Größenordnung von 30 m und mehr liegt, werden zur Durchführung von derartigen Wartungen und Inspektionen bisher Auto-Hubarbeitsbühnen mit besonders großer Hubhöhe eingesetzt. Derartige Spezialfahrzeuge sind äußerst teuer in der Herstellung und dementsprechend teuer zu mieten. Zudem stehen nur relativ wenige dieser Fahrzeuge zur Verfügung. Diese sind zum einen terminlich stark ausgelastet, so daß die Wartezeiten relativ lang sind, und spontan nötige Reparaturen nicht immer sofort durchgeführt werden können. Während dieser Wartezeiten muß die betroffene Windkraftanlage stillgelegt werden, was für den Betreiber mit nicht unerheblichen Verlusten verbunden sein kann. Zum anderen sind oft die Anfahrtswege für die Spezialfahrzeuge relativ weit, was ebenfalls Auswirkungen auf die Kosten und die Wartezeiten hat.

In der Praxis werden deswegen oft auch, sofern dies möglich ist, einfache Arbeitsbühnen verwendet, wie sie üblicherweise bei der Fassadenreinigung eingesetzt werden. Diese Arbeitsbühnen werden zwischen dem Turm und dem zu wartenden, in einer senkrecht nach unten weisenden Position arretierten Rotorblatt hochgezogen. Daher kann mit diesen Arbeitsbühnen nicht die vom Turm wegweisende Oberfläche des Rotorblatts inspiziert werden. Eine Reinigung des gesamten Rotorblatts ist, wenn überhaupt, nur sehr mühevoll möglich. In vielen Fällen kann folglich nach wie vor auf den teuren Einsatz von Auto-Hubarbeitsbühnen nicht verzichtet werden.

In der DE 296 03 278 U1 wird daher eine Arbeitsbühne der eingangs genannten Art vorgeschlagen. Das Wartungspersonal kann bei dieser Arbeitsbühne in jeder beliebigen Höhe direkt das Rotorblatt von allen Seiten besichtigen, indem es sich an die entsprechende Stelle auf der Plattform begibt. Die Plattform ist hierbei an Pendelbügeln aufgehängt. Um zu vermeiden, daß die Plattform ständig gegen das Rotorblatt stößt und dieses beschädigt, muß die Plattform über Abstandshalter mit Rollen direkt am Mast der Windkraftanlage abgestützt werden. Da in der Regel bei modernen Windkraftanlagen die Propellerflügel zur Turmachse leicht geneigt sind, ändert sich über die Höhe der Abstand des Flügels vom Turm. Damit auch bei derartigen Windkraftanlagen die Vorrichtung gemäß der DE 296 03 278 U1 verwendet werden kann, muß die Öffnung relativ groß sein, um eine Berührung des Flügels durch die Plattform möglichst zu vermeiden. Dies bedingt wiederum, daß der Abstand vom inneren Rand der Öffnung zur Flügeloberseite relativ groß ist. Darüberhinaus kann wegen des ebenfalls dadurch bedingten relativ weiten Abstandes zwischen der turmseitigen Innenkante der Öffnung und den Abstützrollen die Plattform nicht direkt bis an die Nabe herangefahren werden.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine einfach und kostengünstig aufgebaute, im Betrieb problemlos und sicher

einsetzbare Arbeitsbühne der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welcher das Wartungspersonal möglichst nah von allen Seiten an das Rotorblattprofil herankommt und bei der beim Verfahren eine Berührung und evtl. Beschädigung des Rotorblattes durch die Plattform möglichst vermieden wird.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des vorliegenden Anspruchs 1 gelöst. Durch die Führung der Plattform entlang festgespannter Seile kann die Plattform exakt entlang des Rotorblattes verfahren werden, ohne daß sie mit der Innenkante der Öffnung an das Rotorblatt anstößt. Der Ausschnitt kann hierbei minimal gewählt werden, so daß das Bedienungspersonal von allen Seiten sehr nah an das Rotorblatt herankommt. Durch die Führung mittels der Führungsschienen ist es sogar möglich, den Schwerpunkt der Arbeitsbühne immer außerhalb der Vorderseite des Rotorblattes zu haben, so daß z. B. hier eine größere Lauffläche vorhanden ist und der zwischen Rotorblatt und Turm liegende Teil möglichst schmal ist, um so sehr hoch an die Nabe fahren zu können.

Die Plattform kann dabei so gestaltet sein, daß sich rund um den Ausschnitt eine durchgehende Bewegungsfläche befindet, so daß das Wartungspersonal das Rotorblatt vollkommen umrunden kann.

Prinzipiell reicht es aber auch aus, wenn neben den beiden Breitseiten des Rotorblatts, d. h. zwischen Rotorblatt und Turm und an der vom Turm wegweisenden Seite, sowie zur Verbindung dieser beiden Seiten an einer Schmalseite, vorzugsweise der in Rotationsrichtung vorliegenden breiteren Flügelnasenseite des Rotorblatts, eine durchgehende Bewegungsfläche vorhanden ist.

Vorteilhafterweise ist der Ausschnitt ein im wesentlichen dem Rotorblattprofil entsprechend ausgebildetes Loch, so daß das Wartungspersonal an jeder Stelle des Rotorblattes möglichst direkt an das Rotorblatt herankommt.

Der Rand des Ausschnitts kann zusätzlich zum Schutz des Rotorblattes gepolstert sein.

Vorzugsweise wird die Arbeitsbühne an zwei parallel gespannten Seilen (Führungsseilen) geführt und mittels zweier an der Arbeitsbühne befestigter Durchlaufwinden an diesen Seilen gehalten und verfahren. Diese Seile sind vorzugsweise oben an zwei beidseitig neben der Rotornabe am Maschinenkopf angeordneten Befestigungselementen lösbar eingehängt und zur bodenseitigen Verankerungsvorrichtung so gespannt, daß sie ungefähr den gleichen Neigungswinkel zum Turm wie die Rotorblätter aufweisen.

Die Führungsschienen zur Führung der Arbeitsbühne an den Seilen sind drehfest im wesentlichen senkrecht an der Arbeitsbühne angeordnet. Die Führungsschienen können z. B. in ihrem oberen und unteren Endbereich je ein Rollenpaar aufweisen, zwischen denen jeweils das Seil beim Verfahren der Arbeitsbühne entlangläuft.

Die Länge der Führungsschienen beträgt vorzugsweise ein mehrfaches der Höhe der Arbeitsbühne, d. h. der Höhe der Plattform mitsamt der Höhe des Geländers.

Diese Führung an den langen Führungsschienen ermöglicht es, daß Führungsschienen an zwei sich gegenüberliegenden, zu der im Betriebszustand der Arbeitsbühne zum Turm weisenden Vorderseite benachbarten Seiten, in einem Abstand von der Vorderseite, d. h. außerhalb der Mitte der beiden Seiten, angeordnet sind. Die Seile können dann bequem von der Seite aus gesehen zwischen Rotorblatt und Turm verspannt werden, so daß zum Wechsel des zu wartenden Rotorblatts nur die Arbeitsbühne unterhalb der Rotorblattspitze verfahren werden muß, und dann der Rotor in die nächste Position gedreht werden kann, ohne daß die Seile die Rotorblätter behindern.

Zur Einstellung auf den jeweiligen Neigungswinkel der

Seile können die Führungsschienen um eine parallel zur Plattform und parallel zur Vorderseite liegende Achse drehbar und in einem beliebigen Winkel zur Plattform arretierbar an der Arbeitsbühne angeordnet sein.

Vorteilhafterweise sind die Führungsschienen entlang ihrer Längsrichtung verschiebbar an der Arbeitsbühne angeordnet. In der Ausgangsposition am Boden ragen dann die Führungsschienen weitgehend über die Arbeitsbühne nach oben hinaus. Beim Hubvorgang senken sich die Führungsschienen ab und ragen dann nach unten über die Arbeitsbühne hinaus. Diese Konstruktion erlaubt es, daß die Arbeitsbühne bei einer sehr stabilen Führung bis an das obere Ende der Seile verfahren werden kann. Im Gegensatz zu den bisher üblichen Arbeitsbühnen ist es daher mit einer solchen Arbeitsbühne auch möglich, bis nahezu direkt unter die Nabe zu fahren, und diese ebenfalls bequem zu warten.

Die Arbeitsbühne kann alternativ auch z. B. an zwei parallel gespannten Seilen seitlich geführt und an einem mittig zwischen den beiden Seilen parallel laufenden Halteseil mittels nur einer an der Arbeitsbühne befestigten Durchlaufwinde gehalten und verfahren werden. In diesem Fall sind die beiden Seile wiederum oben an zwei beidseitig neben der Rotornabe am Maschinenkopf angeordneten Befestigungselementen lösbar eingehängt. Das Halteseil ist mittels eines zweisträngigen Seilgehänges ebenfalls an den beiden Befestigungselementen eingehängt.

Die Verankerungsvorrichtung kann im einfachsten Fall aus einem oder mehreren ausreichend schweren Gewichten bestehen. Vorzugsweise ist die Verankerungsvorrichtung jedoch Teil eines Transportfahrzeuges zum Transport der Arbeitsbühne, je nach Größe der Arbeitsbühne z. B. ein KFZ-Anhänger oder ein LKW. Dieses Transportfahrzeug weist zwei im gleichen Abstand wie die Befestigungselemente am Maschinenkopf zueinander beabstandete Befestigungs- und/oder Spannvorrichtungen für die Seile auf, wobei vorteilhafterweise die Befestigungs- und/oder Spannvorrichtungen derart am Transportfahrzeug angeordnet sind, daß die Arbeitsbühne direkt aus einer Transportposition auf dem Transportfahrzeug entlang der gespannten Seile aufwärtsgefahren werden kann und mittels der Seile beim Abwärtsfahren zwangsläufig wieder in die Transportposition zurückgeführt wird. Die Hebebühne kann dann bis auf die Entfernung der Führungsstangen ohne weitere Zerlegung von Einsatzort zu Einsatzort gefahren werden, wodurch die Arbeitsbühne besonders schnell einsatzbereit ist.

Selbstverständlich ist es aber auch möglich, die Bühne komplett zu zerlegen. Dies hat vor allem bei sehr großen Arbeitsbühnen den Vorteil, daß auch hier ein Transport mit einem handelsüblichen PKW-Anhänger möglich ist.

Die Erfindung wird im folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es stellen dar:

**Fig. 1** eine schematische Frontansicht eines oberen Teils einer Windkraftanlage (nur ein Rotorblatt dargestellt) mit einem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Arbeitsbühne in einer Einsatzstellung,

**Fig. 2** eine schematische Frontansicht eines unteren Teils einer Windkraftanlage mit der Arbeitsbühne gemäß **Fig. 1** in einer unteren Startstellung auf einem Transportanhänger,

**Fig. 3** eine schematische Seitenansicht des oberen Teils der Windkraftanlage mit der Arbeitsbühne in einer Einsatzstellung nach **Fig. 1**,

**Fig. 4** eine schematische Seitenansicht des unteren Teils der Windkraftanlage mit der Arbeitsbühne in einer Startstellung nach **Fig. 2**,

**Fig. 5** eine schematische Draufsicht auf eine Arbeitsbühne gemäß den **Fig. 1** bis **4**,

**Fig. 6** eine schematische Frontansicht einer Arbeitsbühne

gemäß den **Fig. 1** bis **4**,

**Fig. 7** eine schematische Seitenansicht einer Arbeitsbühne gemäß den **Fig. 1** bis **4**,

**Fig. 8** eine schematische Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels einer Führungsschiene für eine Arbeitsbühne nach den **Fig. 1** bis **7**.

Bei dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel besteht die Arbeitsbühne **1** im wesentlichen aus einer Plattform **10**, welche an zwei Seilen **7** geführt vertikal verfahrbar ist. Diese Seile **7** sind zwischen dem am oberen Ende des Turms **3** befindlichen Maschinenkopf **4** der Windkraftanlage und zwei bodenseitig an einem Transportanhänger **40** angeordneten Verankerungsvorrichtungen **12** gespannt.

Um zur Wartung der Rotorblätter **2** bequem an jede beliebige Stelle des Rotorblatts **2** zu gelangen, weist die Plattform **10** einen Ausschnitt **11** auf, in welchen ein in Richtung des Turmfußes parallel zum Turm **3** positioniertes Rotorblatt **2** beim Aufwärtshub der Arbeitsbühne **1** eintaucht.

Die Plattform **10** besteht aus einem Metallrahmen **40**, welcher von oben gesehen fachwerkartig ausgestaltet ist und in einem Bewegungsbereich mit Blechen, Rosten, Holzplanen oder dergleichen versehen ist.

Nahezu in der Mitte der Arbeitsbühne **1** befindet sich der Ausschnitt **11** in Form eines Loches, welches im wesentlichen dem Rotorblattprofil entsprechend nachgebildet ist, d. h. eine etwa tropfenartige Form aufweist. Da das senkrecht nach unten weisende Rotorblatt **2** in einer Höhenstellung an einer Seite, an der in Rotationsrichtung liegenden Hinterkante **2b** des Rotorblatts **2**, über die Breite der Arbeitsbühne **1** hinausragt, weist der Rahmen **40** hier eine spitze Nase **43** aus, welche das Loch **11** über die eigentliche Plattform **10** hinaus erstreckt. Es befindet sich somit neben den beiden Breitseiten des Rotorblatts **2**, d. h. zwischen Rotorblatt **2** und Turm **3** und an der vom Turm **3** wegweisenden Seite, sowie zur Verbindung dieser beiden Seiten an der in Rotationsrichtung vornliegenden breiteren Flügelnasenseite **2a** des Rotorblatts **2**, eine durchgehende Bewegungsfläche für das Wartungspersonal.

Um bei eventuell auftretenden Schwankungen der Arbeitsbühne **1** eine Beschädigung des Rotorblatts **2** zu vermeiden, ist der Rand **13** des Ausschnitts **11** mit z. B. einem oder mehreren Luftkistenteilen, Schaumstoff, Styropor® oder dgl. gepolstert (Diese Polsterung ist in den Figuren nicht dargestellt).

Die Arbeitsbühne **1** weist entlang des Plattformaußenrandes **14** und entlang des Randes **13** des Plattformausschnitts **11** ein Geländer **15** auf. Das innere Geländer **15** ist an der Nase **43** des Rahmens mit dem äußeren Geländer **15** verbunden.

Bei dem in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Arbeitsbühne **1** an zwei parallel gespannten Seilen **7** seitlich geführt und an einem mittig zwischen den beiden Seilen **7** parallel laufenden Halteseil **8** mittels einer an der Arbeitsbühne **1** befestigten üblichen Durchlaufwinde **17** gehalten und verfahren. Die beiden Seile **7** sind oben an zwei beidseitig neben der Rotornabe **5** am Maschinenkopf **4** angeordneten Befestigungselementen **6**, wie z. B. Ösen, Karabinerhaken o. dgl., lösbar eingehängt. Das Halteseil **8** ist mittels eines zweisträngigen Seilgehänges **9** ebenfalls an diesen beiden Befestigungselementen **6** eingehängt. Dieses Seilgehänge **9** besteht aus zwei an einem gemeinsamen Ring **9R** zusammenhängenden kurzen Seilen **9S**, welche in den beiden Befestigungselementen **6** eingehängt sind, wobei das Halteseil **9** an dem gemeinsamen Ring **9R** hängt.

Bei einem nicht dargestellten, alternativen Ausführungsbeispiel wird die Arbeitsbühne **1** an den zwei parallel gespannten Seilen **7** geführt und gleichzeitig mittels zweier an der Arbeitsbühne **1** befestigter Durchlaufwinden an diesen

zur Führung dienenden Seilen 7 auch gehalten und verfahren. Auf das Halteseil 9 kann dann verzichtet werden.

Um beim Begehen der Arbeitsbühne 1 eine ausreichende Stabilität zu gewährleisten, wird die Arbeitsbühne 1 mittels drehfest, im wesentlichen senkrecht an der Arbeitsbühne 1 angeordneter Führungsschienen 20 an den Seilen 7 geführt. Die Länge der Führungsschienen 20 beträgt bei einem Ausführungsbeispiel ca. 4,5 m. Die Führungsschienen 20 weisen in ihrem oberen und unteren Endbereich je ein Rollenpaar 21, 22 auf, zwischen denen jeweils das Seil 7 beim Ver-  
fahren der Arbeitsbühne 1 entlangläuft.

Die Führungsschienen 20 sind an zwei sich gegenüberliegenden, zu der im Betriebszustand der Arbeitsbühne 1 zum Turm 3 weisenden Vorderseite 30 benachbarten Seiten 31, 32, in einem Abstand von der Vorderseite 30, d. h. außermittig zur Turmseite hin versetzt, vor dem Ausschnitt 11 angeordnet.

Die Seile 7, 8 können dann von der Seite aus gesehen (s. Fig. 3 und 4) quasi zwischen Rotorblatt 2 und Turm 3 gespannt werden, so daß zum Wechsel des zu wartenden Rotorblatts 2 nur die Arbeitsbühne 1 unterhalb der Rotorblattspitze verfahren werden muß, und dann der Rotor in die nächste Position gedreht werden kann, ohne daß die Seile 7, 8 die Rotorblätter 2 behindern.

Die Führungsschienen 20 sind entlang ihrer Längsrichtung verschiebbar in Führungen 45, 44 an der Arbeitsbühne 1 angeordnet.

In der Startposition am Boden ragen dann die Führungsschienen 20 weitgehend (ca. 3 m) über die Arbeitsbühne 1 nach oben hinaus (Fig. 2 und 4). Beim Hubvorgang senken sich die Führungsschienen 20 ab und ragen dann nach unten über die Arbeitsbühne 1 hinaus (Fig. 1 und 3). Diese Konstruktion erlaubt es, die Arbeitsbühne 1 bei einer sehr stabilen Führung bis direkt unter die Rotornabe 5 zu fahren, und diese ebenfalls bequem zu warten.

Die Führungen 44, 45 sind jeweils am oberen Rand des Geländers 15 und an der Plattform 10, um den erforderlichen Neigungswinkel der Seile 7 zum Turm 3 gegeneinander versetzt, übereinander angeordnet. Sie bestehen wie in den Fig. 5 bis 7 dargestellt im einfachsten Fall jeweils aus zwei seitlichen, senkrecht zum Geländer 15 bzw. zur Plattform 10 sich nach außen erstreckenden, entsprechend dem Neigungswinkel der Seile 7 geneigten Führungsblechen 45 und einer die beiden Führungsbleche 45 endseitig verbindenden Verriegelungsstange 44. Der lichte Querschnitt zwischen den Führungsblechen 45, den Verriegelungsstangen 44 und dem Geländer 15 bzw. der Plattform 10 ist dem Querschnitt der Führungsschienen 20 angepaßt. Um die Führungsschienen 20 einfach demontieren zu können, sind die Verriegelungsstangen 44 jeweils lösbar mit den Führungsblechen 45 verbunden. Bei einem nicht dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Führungen 44, 45 derart am Geländer 15 und der Plattform 10 beweglich und arretierbar angebracht, daß sich der Neigungswinkel der Führungsschienen 20 an der Arbeitsbühne 1, d. h. damit auch der Neigungswinkel der Seile 7 zum Turm 3 beliebig einstellen läßt.

Aus Sicherheitsgründen ist in den Befestigungselementen 6 oder in speziellen eigenen Befestigungselementen am Maschinenkopf oder im oberen Turmbereich parallel zu den Seilen 7 jeweils ein Fangseil befestigt (nichtdargestellt). Diese Fangseile laufen in einem Abstand von ca. 100 mm oder weniger parallel neben den zur Führung dienenden Seilen 7 her und laufen beim Verfahren der Arbeitsbühne durch jeweils eine an der Arbeitsbühne befestigte Sicherheitsarretiervorrichtung, welche bei Überschreiten einer maximalen Beschleunigung (ca. 18 m/s<sup>2</sup>) oder einer maximalen Geschwindigkeit einrastet und die Arbeitsbühne am Fangseil hält. Derartige Sicherheitsarretiervorrichtungen sind auch

unter der Bezeichnung "Blockstopps" bekannt.

Das Einhängen der Seile 7, 8, 9 geschieht vor Beginn der Wartungsarbeiten dadurch, daß eine Person im Turm 3 nach oben klettert und aus einer üblicherweise oben im Turm 3 oder Maschinenkopf 4 befindlichen Wartungsöffnung ein Hanfseil od. dgl. herunterläßt, um damit die Seile 7, 8, 9, bei denen es sich in der Regel um Drahtseile handelt, nach oben zu ziehen. Die Seile 7, 8, 9 können dann von der Wartungsöffnung aus in die Befestigungselemente 6 eingehängt werden und schließlich vom Boden aus in Verankerungsvorrichtungen 12 gespannt werden.

Diese Verankerungsvorrichtungen 12 bzw. Befestigungs- und/oder Spannvorrichtungen 12 sind an einem Transportanhänger 40 zum Transport der Arbeitsbühne 1 angeordnet. Die Verankerungsvorrichtungen 12 sind dabei derart am Transportfahrzeug 40 angeordnet, daß die Arbeitsbühne 1 direkt aus einer Transportposition TP auf dem Transportfahrzeug 40 entlang der verspannten, zur Führung dienenden Seile 7 aufwärtsgefahren werden kann und mittels der Seile 7 beim Abwärtsfahren zwangsläufig wieder in die Transportposition TP zurückgeführt wird. D. h. die Verankerungsvorrichtungen 12 für die beiden Seile 7 weisen den gleichen Abstand D zueinander auf, wie die Befestigungselemente 6 am Maschinenkopf 4, und sind ebenfalls außermittig, d. h. von der Längsachse des Anhängers 40 aus zur Turmseite hin versetzt angeordnet. Es muß dann beim Aufbau der Arbeitsbühne 1 nur noch der Anhänger 40 passend positioniert werden. Die Hebebühne 1 kann daher bis auf die Entfernung der hochstehenden Führungsstangen 20 ohne weitere Zerlegung transportiert werden und ist somit besonders schnell einsatzbereit.

Eine Verankerung der Seile 7 bzw. der Verankerungsvorrichtungen 12 oder des gesamten Anhängers 40 im Boden ist prinzipiell möglich, in der Regel aber nicht nötig, da das Eigengewicht des Anhängers 40 ausreicht, um die Seile 7 stramm zu halten. Notfalls kann der Anhänger 40 auch noch mit entsprechenden Gewichten beschwert werden.

Über ein spezielles freihängendes Aufzugkabel (nicht dargestellt) wird die Arbeitsbühne vom Boden aus mit Energie versorgt. Der Antrieb kann von oben und unten gesteuert werden. Entsprechende Kabelwickelvorrichtungen für das Aufzugkabel und ein Steuerkabel sind am Anhänger 40 vorhanden. Ebenso weist der Anhänger 40 auch Seilwinden für die verschiedenen Seile 7, 8 auf.

Die erfindungsgemäße Arbeitsbühne 1 kann an nahezu jeder beliebigen Windkraftanlage eingesetzt werden. Diese muß lediglich die Befestigungselemente 6 am Maschinenkopf 4 aufweisen. Eine entsprechende Nachrüstung ist aber bei der überwiegenden Zahl der heute üblichen Windkraftanlagen problemlos möglich.

#### Patentansprüche

1. Arbeitsbühne (1) zur Wartung von Rotorblättern (2) an Windkraftanlagen mit einer Plattform (10), welche an Seilen (7) vertikal verfahrbar ist und welche einen Ausschnitt (11) aufweist, in den ein in Richtung des Turmfußes parallel zum Turm (3) positioniertes Rotorblatt (2) beim Aufwärtshub der Arbeitsbühne (1) eintaucht, dadurch gekennzeichnet, daß die Seile (7) zwischen einem Maschinenkopf (4) oder einem oberen Ende eines Turms (3) der Windkraftanlage und mindestens einer bodenseitig angeordneten Verankerungsvorrichtung (12) verspannt sind und die Plattform (10) mittels an der Plattform (10) angeordneter Führungsschienen (20) entlang der Seile (7) geführt verfahrbar ist.
2. Arbeitsbühne (1) nach Anspruch 1, dadurch ge-

kennzeichnet, daß die Länge der Führungsschienen (20) ein mehrfaches der Höhe der Arbeitsbühne (1) beträgt.

3. Arbeitsbühne (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsschienen (20) entlang ihrer Längsrichtung verschiebbar an der Arbeitsbühne (1) angeordnet sind.

4. Arbeitsbühne (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsschienen (20) an zwei sich gegenüberliegenden, zu der im Betriebszustand der Arbeitsbühne (1) zum Turm (3) weisenden Vorderseite (30) benachbarten Seiten (31, 32), in einem Abstand von der Vorderseite (30), angeordnet sind.

5. Arbeitsbühne (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsschienen um eine parallel zur Plattform und parallel zur Vorderseite liegende Achse drehbar und in einem beliebigen Winkel zur Plattform arretierbar an der Arbeitsbühne angeordnet sind.

6. Arbeitsbühne (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsschienen (20) in ihrem oberen und unteren Endbereich je ein Rollenpaar (21, 22) aufweisen, zwischen denen jeweils das Seil (7) beim Verfahren der Arbeitsbühnen (1) entlangläuft.

7. Arbeitsbühne (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsbühne (1) an zwei parallel gespannten Seilen (7) geführt und mittels zweier an der Arbeitsbühne (1) befestigter Durchlaufwinden an diesen Seilen (7) gehalten und verfahren wird.

8. Arbeitsbühne (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Seile (7) oben an zwei beidseitig neben der Rotornabe (5) am Maschinenkopf (4) angeordneten Befestigungselementen (6) lösbar eingehängt sind.

9. Arbeitsbühne (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsbühne (1) an zwei parallel gespannten Seilen (7) seitlich geführt und an einem mittig zwischen den beiden Seilen (7) parallel laufenden Halteseil (8) mittels einer an der Arbeitsbühne (1) befestigten Durchlaufwinde (17) gehalten und verfahren wird.

10. Arbeitsbühne (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Seile (7) oben an zwei beidseitig neben der Rotornabe (5) am Maschinenkopf (4) angeordneten Befestigungselementen (6) lösbar eingehängt sind, und das Halteseil (8) mittels eines zweisträngigen Seilgehänges (9) an den beiden Befestigungselementen (6) eingehängt ist.

11. Arbeitsbühne (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Seile (7) zwischen dem Maschinenkopf (4) oder dem oberen Ende des Turms (3) und der bodenseitigen Verankerungsvorrichtung (12) derart gespannt sind, daß sie ungefähr den gleichen Neigungswinkel zum Turm (3) wie das zu wartende Rotorblatt (2) aufweisen.

12. Arbeitsbühne (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausschnitt (11) ein im wesentlichen dem Rotorblattprofil entsprechend ausgebildetes Loch ist.

13. Arbeitsbühne (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Rand (13) des Ausschnitts (11) gepolstert ist.

14. Arbeitsbühne (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsbühne (1) entlang des Plattformaußenrandes (14) und

entlang des Randes (13) des Plattformausschnitts (11) ein Geländer (15) aufweist.

15. Arbeitsbühne (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Maschinenkopf oder im oberen Turmbereich mindestens ein Fangseil befestigt ist, welches beim Verfahren der Arbeitsbühne durch mindestens eine an der Arbeitsbühne befestigte Sicherheitsarretiervorrichtung läuft, welche bei Überschreiten einer maximalen Beschleunigung oder einer maximalen Geschwindigkeit einrastet und die Arbeitsbühne (1) am Fangseil hält.

16. Arbeitsbühne (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verankerungsvorrichtung (12) an einem Transportfahrzeug (40) zum Transport der Arbeitsbühne (1) angeordnet ist.

17. Arbeitsbühne (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß als Verankerungsvorrichtung (12) für die Seile (7) am Transportfahrzeug (40) zwei im gleichen Abstand (D) wie die Befestigungselemente (6) am Maschinenkopf (4) zueinander beabstandete Befestigungs- und/oder Spannvorrichtungen (12) angeordnet sind.

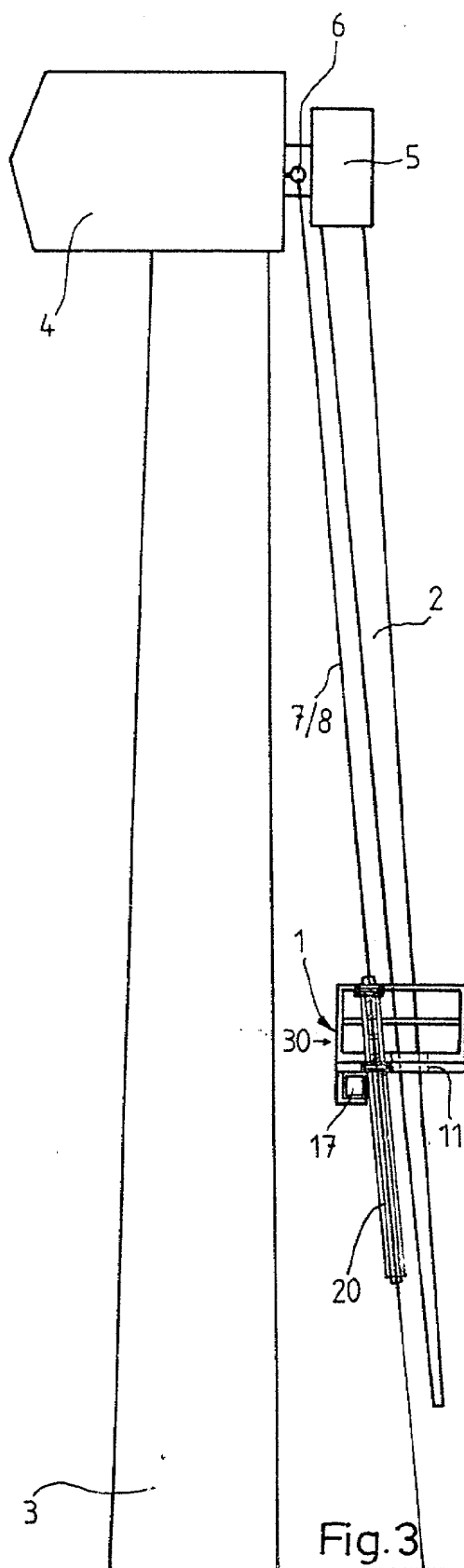
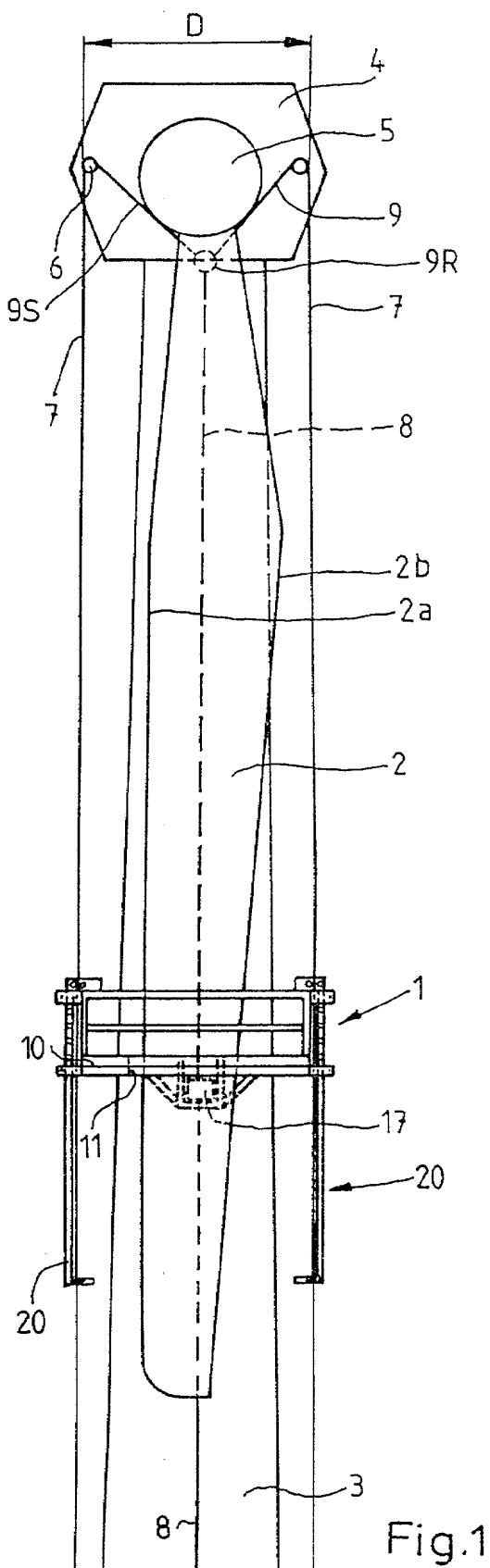
18. Arbeitsbühne (1) nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Verankerungsvorrichtung (12) derart am Transportfahrzeug (40) angeordnet ist, daß die Arbeitsbühne (1) direkt aus einer Transportposition (TP) auf dem Transportfahrzeug (40) entlang der gespannten Seile (7) aufwärtsgefahren werden kann und mittels der Seile (7) beim Abwärtsfahren zwangsläufig wieder in die Transportposition (TP) zurückgeführt wird.

---

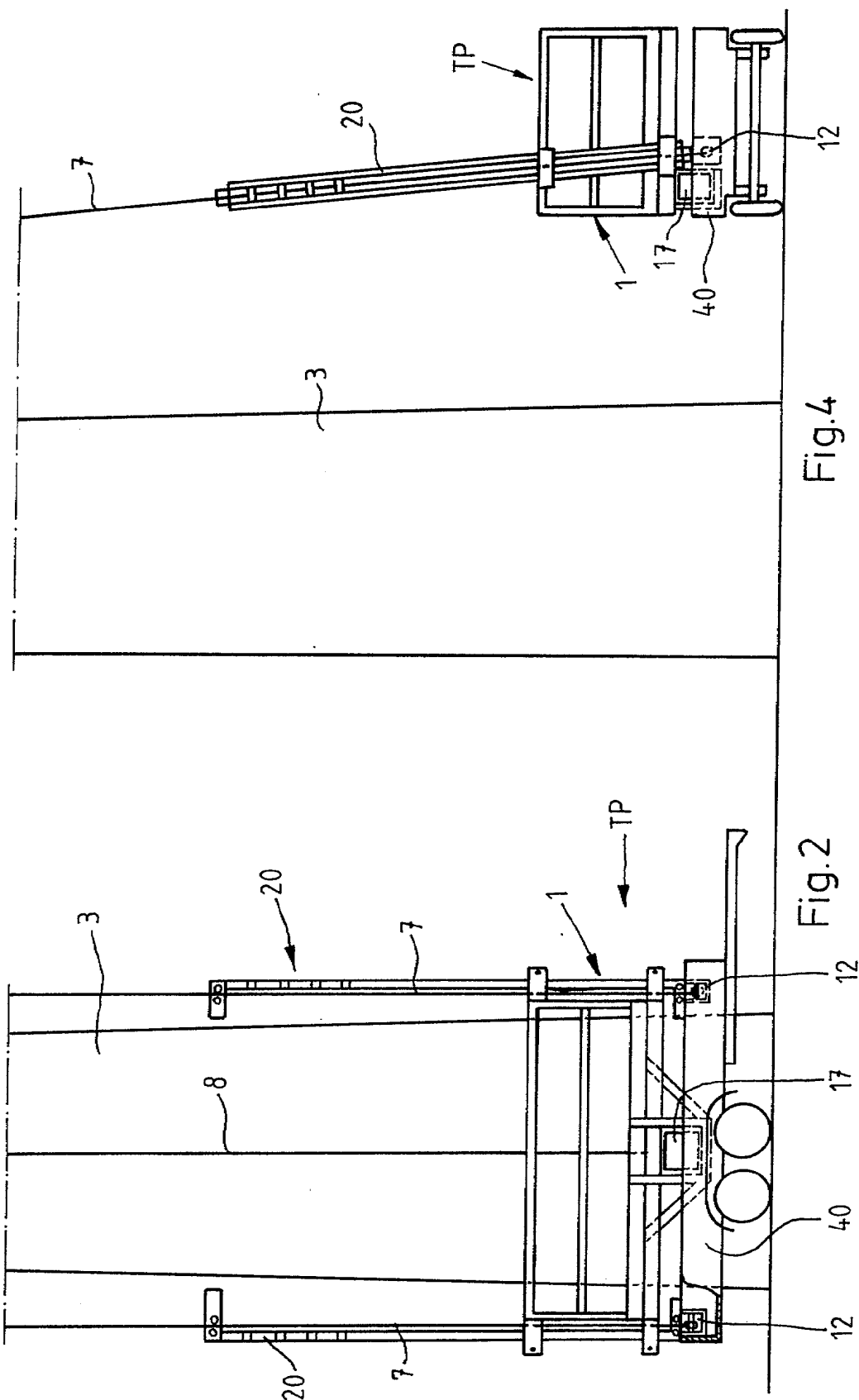
Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

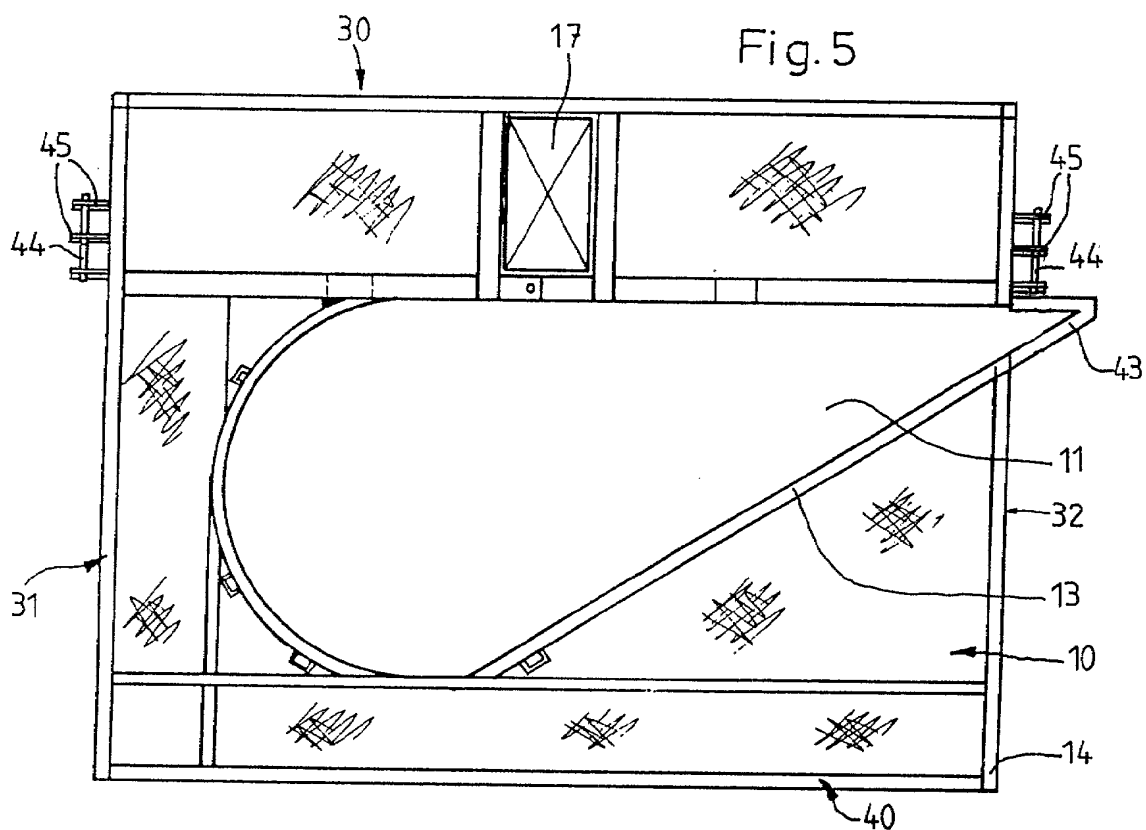
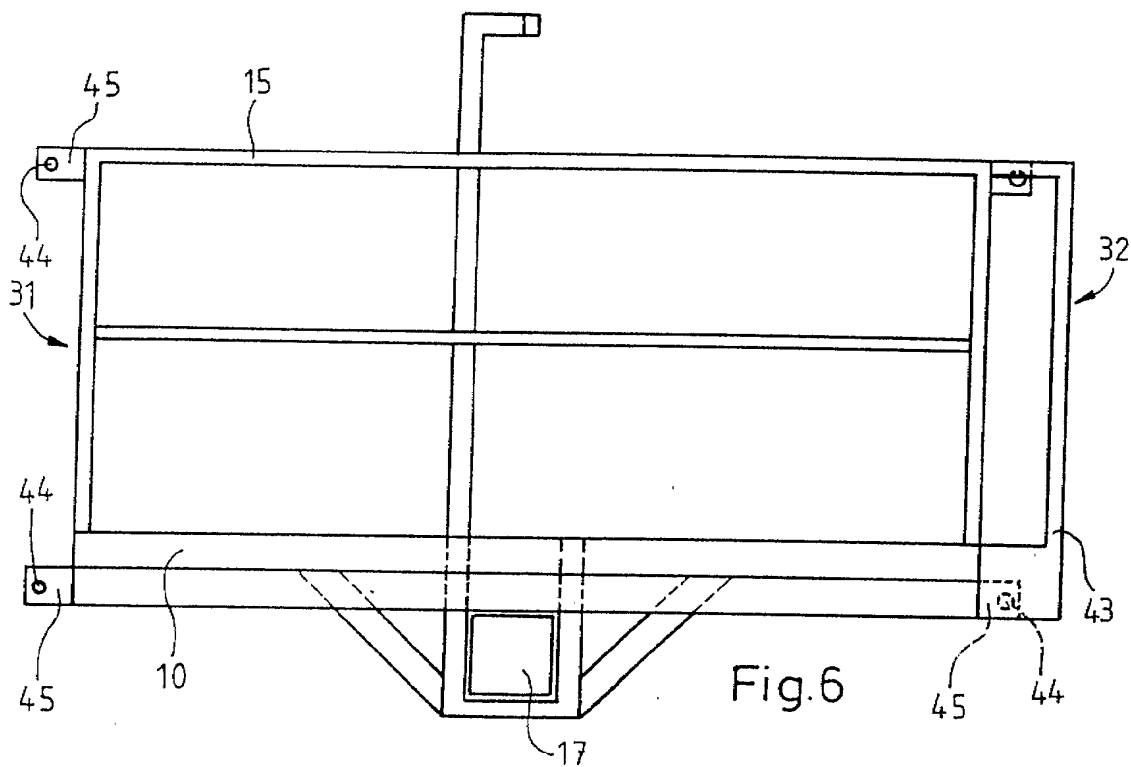
---

- Leerseite -









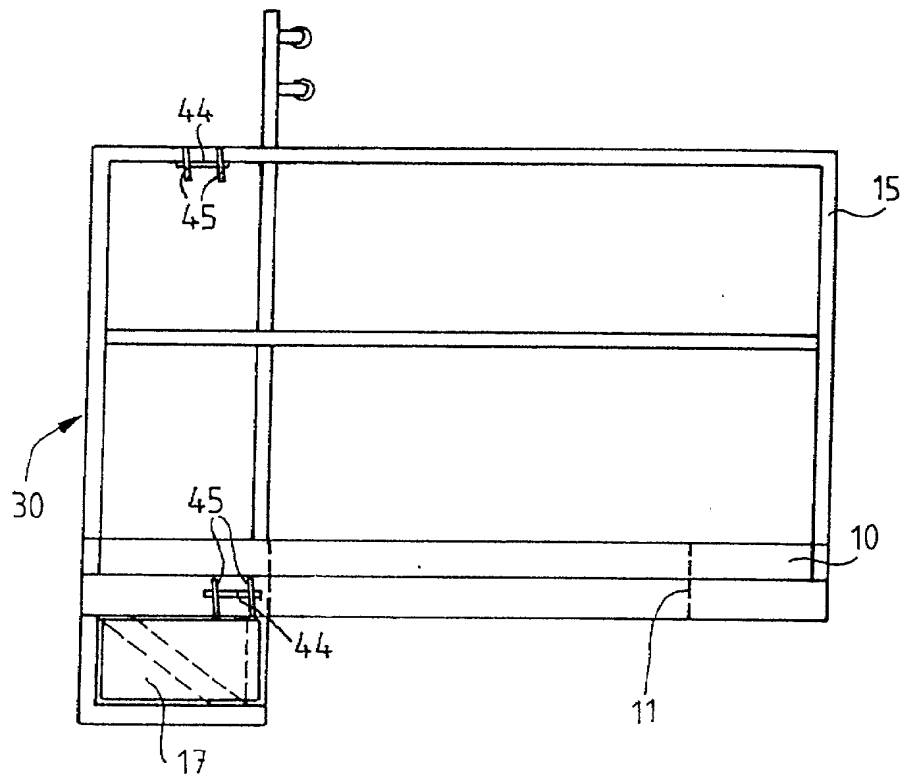


Fig. 7

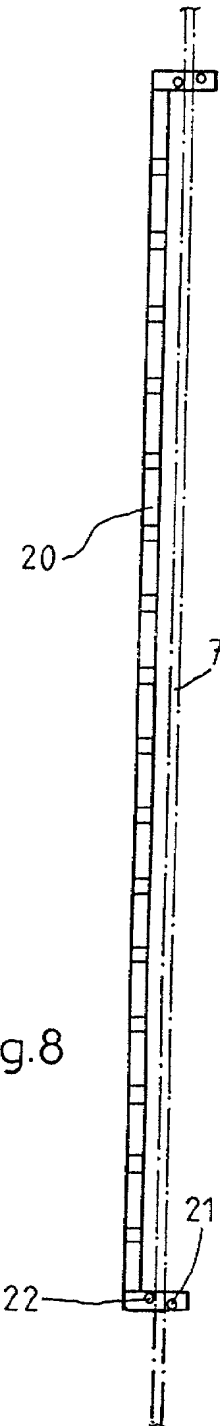


Fig. 8